



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 49 770 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
B 66 F 9/06

⑦ Aktenzeichen: 198 49 770.9
② Anmeldetag: 28. 10. 1998
④ Offenlegungstag: 4. 5. 2000

DE 198 49 770 A 1

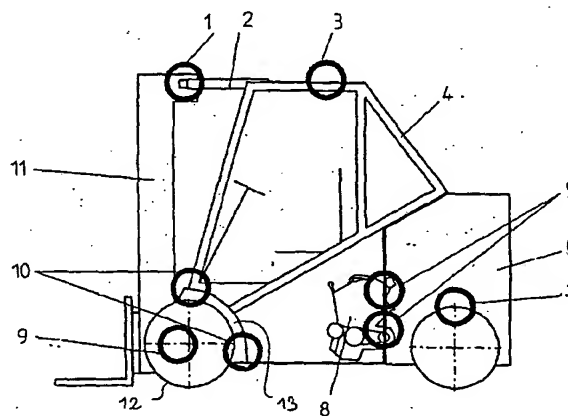
⑦ Anmelder:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

⑦ Erfinder:
Götz, Bernhard, Dipl.-Ing., 63741 Aschaffenburg,
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Gabelstapler

⑤ Gegenstand der Erfindung ist ein Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem einteiligen oder mehrteiligen Fahrzeugrahmen (4), einer Fahrerkabine und einem oder mehreren schwingungserzeugenden Bauteilen. Erfindungsgemäß weist die Fahrerkabine eine starre Verbindung zu dem Fahrzeugrahmen (4) auf, wobei zwischen mindestens einem schwingungserzeugenden Bauteil und einem mit der Fahrerkabine verbundenen Teil des Fahrzeugrahmens (4) mindestens ein elastisches Dämpfungselement angeordnet ist. Mindestens ein schwingungserzeugendes Bauteil kann direkt oder indirekt an dem Heckgewicht (6) befestigt sein.



DE 198 49 770 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem einteiligen oder mehrteiligen Fahrzeugrahmen, einer Fahrerkabine und einem oder mehreren schwingungserzeugenden Bauteilen.

Bei als Gabelstapler ausgeführten Flurförderzeugen ist zwischen einem Heckgewicht und einem Hubgerüst ein Fahrzeugrahmen angeordnet. Der Fahrzeugrahmen kann einteilig ausgeführt sein oder aus mehreren Teilen bestehen, die lösbar miteinander verbunden sind. An dem Hubgerüst ist eine Lastaufnahmeverrichtung vertikal bewegbar befestigt. Die auf das Hubgerüst wirkenden Kräfte und Momente stützen sich an dem Fahrzeugrahmen ab. Der Fahrzeugrahmen ist starr mit einem Heckgewicht des Gabelstaplers verbunden, welches in der Regel als gegossener Metallblock ausgeführt ist.

Flurförderzeuge weisen eine Reihe von schwingungserzeugenden Bauteilen auf, die unerwünschte Vibrationen und Geräusche hervorrufen können. Bei den schwingungserzeugenden Bauteilen handelt es sich beispielsweise um einen Verbrennungsmotor oder ein Hydrauliksystem mit verschiedenen hydraulischen Aggregaten und Bauteilen (z. B. Pumpe, Motoren, Zylinder, Leitungen). Schwingungserzeugende Bauteile sind ebenfalls ein Hubgerüst des Flurförderzeugs, das aufgrund der Massenkkräfte von angehobenen Lasten und des Hubgerüsts selbst zum Schwingen neigt, sowie die Laufräder, wenn das Flurförderzeug auf einer unebenen Fahrbahn fährt.

Als besonders wichtig gilt es, die von den genannten Bauteilen hervorgerufenen Schwingungen von einem auf dem Flurförderzeug befindlichen Fahrer fern zu halten. Zu diesem Zweck ist es bekannt, eine Fahrerkabine mit Gummipuffern auf dem Fahrzeugrahmen zu lagern. Diese Gummipuffer sollen die Übertragung von Schwingungen, einschließlich Körperschall, in die Umgebung des Fahrers verhindern. Die genannten schwingungserzeugenden Bauteile sind bei dieser bekannten Lösung in der Regel starr mit dem Fahrzeugrahmen verbunden.

Diese bekannte Lösung hat den Nachteil, daß der Fahrzeugrahmen und die Fahrerkabine von getrennten Bauteilen gebildet sein müssen, und deshalb aufwendig herzustellen sind. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß von den schwingungserzeugenden Bauteilen ausgehende Schwingungen direkt auf den Fahrzeugrahmen übertragen werden, wodurch dieser zu Resonanzschwingungen angeregt wird. Diese Resonanzschwingungen verstärken die von dem Fahrer und von außerhalb des Flurförderzeugs befindlichen Personen wahrnehmbare Geräuscentwicklung des Flurförderzeugs erheblich.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein einfach herstellbares Flurförderzeug zur Verfügung zu stellen, das sich durch vibrationsarmen Betrieb und geringe Geräuscentwicklung auszeichnet.

Diese Aufgabe wird bezüglich eines Flurförderzeugs mit Fahrerkabine dadurch gelöst, daß die Fahrerkabine eine starre Verbindung zu dem Fahrzeugrahmen aufweist, wobei zwischen mindestens einem schwingungserzeugenden Bauteil und einem mit der Fahrerkabine verbundenen Teil des Fahrzeugrahmens mindestens ein elastisches Dämpfungselement angeordnet ist. Die Fahrerkabine ist beispielsweise mit dem Fahrzeugrahmen verschraubt. Ebenfalls im Sinne der Erfindung ist es, wenn die Fahrerkabine zumindest teilweise von dem Fahrzeugrahmen gebildet ist.

Der Aufwand für die Herstellung des Flurförderzeugs vermindert sich erheblich, wenn zwischen der Fahrerkabine und dem Fahrzeugrahmen keine Pufferelemente vorgesehen werden müssen, da eine Trennung dieser beiden Bauteile

nicht mehr erforderlich ist. Eine Geräuscentwicklung im Flurförderzeug wird dadurch verhindert, daß elastische Dämpfungselemente zwischen dem jeweiligen schwingungserzeugenden Bauteil und dem mit der Fahrerkabine verbundenen Teil des Fahrzeugrahmens angeordnet sind, und diese Dämpfungselemente derart ausgeführt sind, daß sie die auftretenden Schwingungsfrequenzen und Amplituden absorbieren. Die Übertragung von Schwingungen auf den Fahrzeugrahmen und damit die Fahrerkabine wird unmittelbar verhindert, wodurch auch Resonanzen im Fahrzeugrahmen vermieden werden.

Die gestellte Aufgabe wird bei einem Flurförderzeug mit Heckgewicht dadurch gelöst, daß mindestens ein schwingungserzeugendes Bauteil direkt oder indirekt an dem Heckgewicht befestigt ist. Die große Masse des in der Regel aus Grauguß hergestellten Heckgewichts, kann aufgrund seiner großen Masse mit den von den schwingungserzeugenden Bauteilen erzeugten Kräften nicht zum Schwingen angeregt werden. Das Heckgewicht überträgt somit weder Körperschall noch Vibrationen auf den Fahrzeugrahmen oder die Fahrerkabine des Flurförderzeugs.

Besondere Vorteile ergeben sich, wenn das Flurförderzeug mindestens ein schwingungserzeugendes hydraulisches Aggregat aufweist, das mittels mindestens eines elastischen Dämpfungselements direkt oder indirekt an dem mit der Fahrerkabine verbundenen Teil des Fahrzeugrahmens befestigt ist. Bauartbedingt weist der von einer Hydraulikpumpe ausgehende Hydraulikölstrom stets Druckpulsationen auf. Diese Druckpulsationen führen zu einem Schwingen der Hydraulikpumpe selbst, der mit der Hydraulikpumpe verbundenen Ventile und Leitungen, sowie der daran angeschlossenen hydraulischen Verbraucher, die in der Regel als Hydraulikmotoren oder als Hydraulikzylinder ausgeführt sind. Ein Übertragen dieser Schwingungen auf den Fahrzeugrahmen kann verhindert werden, wenn die genannten hydraulischen Aggregate, ebenso wie die Ventile und Leitungen mittels elastischer Dämpfungselemente an dem Fahrzeugrahmen befestigt sind. Wichtig ist dabei, daß die hydraulischen Leitungen keine schwingungsübertragende Verbindung zum Rahmen haben, insbesondere, daß keine direkte Berührung stattfindet.

Dieser vorteilhafte Effekt wird auch erreicht, wenn das Flurförderzeug eine schwingungserzeugende, mindestens ein hydraulisches Aggregate aufweisende Antriebsgruppe aufweist, wobei das hydraulische Aggregat an einem Gehäuse befestigt ist, das einen Teil des Fahrzeugrahmens bildet, und dieses Gehäuse mittels mindestens eines elastischen Dämpfungselements an dem Teil des Fahrzeugrahmens befestigt ist, der mit der Fahrerkabine verbunden ist. Bei dem hydraulischen Aggregat der Antriebsgruppe handelt es sich um einen oder mehrere hydraulische Motoren, Ventile und andere hydraulische Bauteile, die an einem gemeinsamen Gehäuse befestigt sind. Die Verbindung dieses Gehäuses mit den anderen Teilen des Fahrzeugrahmens erfolgt erfindungsgemäß mittels elastischer Dämpfungselemente.

Wenn das Flurförderzeug mindestens ein schwingungserzeugendes Hubgerüst aufweist, das mittels mindestens eines elastischen Dämpfungselements direkt oder indirekt an dem Fahrzeugrahmen befestigt ist, werden auch die am Hubgerüst auftretenden Schwingungen nicht auf den Fahrzeugrahmen übertragen.

Das Hubgerüst ist hierbei an einer ersten Lagerstelle schwenkbar mit dem Fahrzeugrahmen verbunden, wobei im Bereich dieser Lagerstelle zwischen dem Hubgerüst und dem Fahrzeugrahmen mindestens ein elastisches Dämpfungselement angeordnet ist.

An einer zweiten Lagerstelle ist das Hubgerüst mittels ei-

nes Hydraulikzylinders mit dem Fahrzeugrahmen verbunden, wobei zwischen dem Hubgerüst und dem Hydraulikzylinder und/oder zwischen dem Fahrzeugrahmen und dem Hydraulikzylinder mindestens ein elastisches Dämpfungselement angeordnet ist.

Eine besonders gute Schwingungsdämpfung ergibt sich, wenn mindestens ein schwingungserzeugendes Bauteil mittels mindestens eines elastischen Dämpfungselements an dem Heckgewicht befestigt ist. Bei dieser Anordnung ist die Übertragung von Schwingungen einerseits durch das Dämpfungselement und andererseits durch die oben beschriebene schwingungsdämpfende Wirkung des Heckgewichts selbst verhindert.

Diese Anordnung erweist sich als besonders vorteilhaft, wenn das Flurförderzeug mindestens einen schwingungserzeugenden Verbrennungsmotor aufweist, der an dem Heckgewicht befestigt ist.

Weiterhin ist es möglich, daß eine schwingungserzeugende Hydraulikpumpe an dem Verbrennungsmotor befestigt ist. Die Hydraulikpumpe und der Verbrennungsmotor bilden somit eine Baueinheit und sind gemeinsam, gegebenenfalls mittels eines Dämpfungselements, an dem Heckgewicht befestigt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Flurförderzeug in Seitenansicht,

Fig. 2 das Gehäuse einer Antriebsgruppe des erfindungsgemäßen Flurförderzeugs,

Fig. 3 das Gehäuse der Antriebsgruppe in perspektivischer Ansicht,

Fig. 4 eine untere Befestigungsstelle des Hubgerüsts,

Fig. 5 eine obere Befestigungsstelle des Hubgerüsts.

Fig. 1 zeigt als erfindungsgemäßes Flurförderzeug einen Gabelstapler. An einem Fahrzeugrahmen 4, der gleichzeitig eine Fahrerkabine des Flurförderzeugs bildet, ist ein Heckgewicht 6 starr befestigt. An dem Fahrzeugrahmen 4 und an dem Heckgewicht 6 sind mehrere schwingungserzeugende Bauteile befestigt, wobei in dieser Abbildung die jeweiligen Befestigungsstellen durch Kreise hervorgehoben sind.

An dem Heckgewicht 5 ist an der Befestigungsstelle 5 ein Verbrennungsmotor 8 mit den daran angeflanschten, nicht dargestellten Hydraulikpumpen befestigt. An der Befestigungsstelle 7 ist ebenfalls an dem Heckgewicht eine Hinterachse des Gabelstaplers angeordnet. Aufgrund der großen Masse und der inneren Dämpfung des gegossenen Heckgewichts 6 wird dieses weder von dem Verbrennungsmotor 8, noch von der Hinterachse zum Schwingen angeregt. Es werden daher keine Vibrationen und praktisch kein Körperschall über das Heckgewicht 6 in den Fahrzeugrahmen 4 eingeleitet. Insbesondere an der Befestigungsstelle 5 für den Verbrennungsmotor 8 kann zusätzlich ein elastisches Dämpfungselement vorgesehen werden, mit dem die während des Betriebs des Verbrennungsmotors auftretenden Schwingungen kompensiert werden.

Eine mögliche Ausführungsform der Befestigungsstelle 5 für den Verbrennungsmotor 8 ist in der am gleichen Tag unter dem internen Aktenzeichen A 98/138 eingereichten deutschen Patentanmeldung näher beschrieben. Hierbei ist der Verbrennungsmotor 8 mittels zweier Pendellager an dem Heckgewicht 6 befestigt. Unterhalb der Pendellager befindet sich eine Drehmomentstütze, mit der die Pendelbewegung des Verbrennungsmotors 8 eingeschränkt wird. Die Pendellager und die Drehmomentstütze können zusätzlich elastische Dämpfungselemente aufweisen. Der Verbrennungsmotor 8 ist in Querrichtung im Gabelstapler angeordnet. Eine Hydraulikpumpe ist starr an dem Verbrennungsmotor 8 be-

festigt.

Im vorderen Bereich des Gabelstaplers befindet sich ein Gehäuse 13 einer Antriebsgruppe, welches einen Teil des Fahrzeugrahmens bildet. Das Gehäuse 13 ist an zwei Befestigungsstellen 10 mittels elastischer Dämpfungselemente mit dem die Fahrerkabine bildenden Teil des Fahrzeugrahmens 4 verbunden. Die Vorderräder 12 des Gabelstaplers sind an dem Gehäuse 13 der Antriebsgruppe gelagert und werden von den in dem Gehäuse 13 der Antriebsgruppe angeordneten hydraulischen Aggregaten, in diesem Ausführungsbeispiel zwei mit den Vorderrädern 12 verbundene Hydraulikmotoren, angetrieben. In dem Gehäuse 13 der Antriebsgruppe sind darüber hinaus verschiedene weitere schwingungserzeugende Bauteile, z. B. hydraulische Ventile, angeordnet.

Eine mögliche Ausführungsform der elastischen Verbindung des Gehäuses 13 der Antriebsgruppe mit dem anderen Teil des Fahrzeugrahmens 4 ist in Fig. 2 dargestellt. Das Gehäuse 13 besteht aus zwei parallel zueinander angeordneten Seitenblechen 13a, von denen in der gezeigten Ansicht nur eines zu erkennen ist. Die Seitenbleche 13a sind verbunden durch ein gebogenes Bodenblech 13b und durch eine Querstrebe 13d. An den Seitenblechen befindet sich ein Lochkreis 13c zur Befestigung der Aggregate der Antriebsgruppe. Das Gehäuse der Antriebsgruppe ist erfindungsgemäß mit elastischen Pufferelementen 14 an einem die Fahrerkabine bildenden Teil des Fahrzeugrahmens 4 des Gabelstaplers befestigt. Der Fahrzeugrahmen 4 weist im Bereich der Antriebsgruppe eine gebogenes Aufnahmeblech 4a auf, das mit einem oberen Hohlprofil 4b, einem unteren Hohlprofil 4c, und einem gebogenen Rahmenblech verbunden ist.

Fig. 3 zeigt zur Verdeutlichung eine perspektivische Ansicht des Gehäuses 13 der Antriebsgruppe. Zu erkennen sind die Seitenbleche 13a, das Bodenblech 13b, die Lochkreise 13c und die Querstrebe 13d.

Der Gabelstapler weist gemäß Fig. 1 ein Hubgerüst 11 auf, das direkt oder indirekt mit dem Fahrzeugrahmen des Gabelstaplers verbunden ist. An einer unteren Befestigungsstelle 9 ist das Hubgerüst gelenkig mit dem Gehäuse 13 der Antriebsgruppe verbunden. Das Hubgerüst 11 kann um eine in Querrichtung des Gabelstaplers durch die untere Befestigungsstelle 9 verlaufende Achse geneigt werden.

Die untere Befestigungsstelle 9 ist derart ausgeführt, daß sich zwischen einem metallischen Teil des Hubgerüsts 11 und einem metallischen Teil des Gehäuses der Antriebsgruppe ein elastisches Dämpfungselement befindet.

Im oberen Bereich ist das Hubgerüst 11 mittels eines Hydraulikzylinders 2 mit dem Fahrzeugrahmen 4 verbunden. Hierbei befindet sich sowohl an der Befestigungsstelle 1 zwischen Hubgerüst 11 und Hydraulikzylinder 2, als auch an der Befestigungsstelle 3 zwischen Fahrzeugrahmen und Hydraulikzylinder 2 ein elastisches Dämpfungselement. Diese Befestigungsstellen 1, 3 sind derart ausgeführt, daß sie Zug- und Druckkräfte gleichermaßen überlagern können.

Mögliche Ausführungsformen der Befestigungsstellen zur Befestigung des Hubgerüsts an dem Fahrzeugrahmen sind in der am gleichen Tag unter dem internen Aktenzeichen A 98/137 eingereichten deutschen Patentanmeldung näher beschrieben.

Fig. 4 zeigt eine solche mögliche Ausführungsform der unteren Befestigungsstelle 9. Hierbei ist an dem Hubgerüst 11 ein sich in Querrichtung des Gabelstaplers erstreckendes Aufnahmemittel 28 für ein elastisches Dämpfungselement 29 angeordnet. Das Dämpfungselement 29 ist auf einem Aufnahmemittel 30 aufgesetzt, das von einem Bauteil 13b des Fahrzeugrahmens 4 gebildet ist. Bei einem Neigen des

Hubgerüst 11 in Richtung 31 wird das Dämpfungselement 29 elastisch verformt, wobei in keiner Betriebssituation das Hubgerüst 11 direkt mit dem Fahrzeugrahmen 4 in Kontakt tritt. Die auf das Hubgerüst 11 wirkenden Gewichtskräfte und Horizontalkräfte werden ausschließlich über das elastische Dämpfungselement 29 übertragen. Oberhalb der Aufnahmeschiene 28 befindet sich ein zweites elastisches Dämpfungselement 31, das ebenfalls an einem mit dem Fahrzeugrahmen 4 verbundenen Bauteil 4a befestigt ist. Das zweite elastische Dämpfungselement 31 erfüllt die Funktion eines Niederhalters und sichert die Aufnahmeschiene 28 nach oben.

Fig. 5 zeigt eine mögliche Ausführungsform für die Befestigungsstellen 1, 3. An einem Zylinderrohr des Hydraulikzylinders 2 ist eine Platte 43 starr angeordnet. An der Platte 43 ist über Schrauben 45 ein winkelförmiges oder U-förmiges Bauteil 44 befestigt, das eine zur Platte 43 parallele Fläche aufweist. An der Platte 43 und an dem Bauteil 44 sind jeweils ein elastisches Dämpfungselement 46, 47 befestigt. Zwischen den Dämpfungselementen 46, 47 befindet sich eine Lagerschale 48, die starr mit dem Hubgerüst 11 verbunden ist. Durch die beidseits der Lagerschale 48 angeordneten Dämpfungselemente 46, 47 können zwischen Hubgerüst 11 und Hydraulikzylinder 2 sowohl Zugkräfte, als auch Druckkräfte übertragen werden. Die Übertragung von Schwingungen ist erfindungsgemäß durch die Dämpfungselemente 46, 47 verhindert. Die vorliegende Formgebung der Lagerschale 48 und der Dämpfungselemente 46, 47 ermöglicht es, eine Winkelverschiebung zwischen dem Hubgerüst 11 und dem Hydraulikzylinder 2 auszugleichen, wie sie beispielsweise bei einem Neigen des Hubgerüsts 11 auftritt.

Patentansprüche

1. Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem einteiligen oder mehrteiligen Fahrzeugrahmen (4), einer Fahrerkabine und einem oder mehreren schwingungserzeugenden Bauteilen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fahrerkabine eine starre Verbindung zu dem Fahrzeugrahmen (4) aufweist, wobei zwischen mindestens einem schwingungserzeugenden Bauteil und einem mit der Fahrerkabine verbundenen Teil des Fahrzeugrahmens (4) mindestens ein elastisches Dämpfungselement angeordnet ist.
2. Flurförderzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem Fahrzeugrahmen (4), einem mit dem Fahrzeugrahmen (4) verbundenen Heckgewicht (6) und einem oder mehreren schwingungserzeugenden Bauteilen, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein schwingungserzeugendes Bauteil direkt oder indirekt an dem Heckgewicht (6) befestigt ist.
3. Flurförderzeug **gekennzeichnet** durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 2.
4. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flurförderzeug mindestens ein schwingungserzeugendes hydraulisches Aggregat aufweist, das mittels mindestens eines elastischen Dämpfungselements direkt oder indirekt an dem mit der Fahrerkabine verbundenen Teil des Fahrzeugrahmens (4) befestigt ist.
5. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flurförderzeug eine schwingungserzeugende, mindestens ein hydraulisches Aggregat aufweisende Antriebsgruppe aufweist, wobei das hydraulische Aggregat an einem Gehäuse befestigt ist, das ein Teil des Fahrzeugrahmens (4) bildet, und dieses Gehäuse mittels mindestens eines elasti-

schien Dämpfungselements (14) an dem Teil des Fahrzeugrahmens (4) befestigt ist, der mit der Fahrerkabine verbunden ist.

6. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flurförderzeug mindestens ein schwingungserzeugendes Hubgerüst (11) aufweist, das mittels mindestens eines elastischen Dämpfungselements direkt oder indirekt an dem Fahrzeugrahmen (4) befestigt ist.

7. Flurförderzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Hubgerüst (11) an einer ersten Lagerstelle schwenkbar mit dem Fahrzeugrahmen (4) verbunden ist, wobei im Bereich dieser Lagerstelle zwischen dem Hubgerüst (11) und dem Fahrzeugrahmen (4) mindestens ein elastisches Dämpfungselement angeordnet ist.

8. Flurförderzeug nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Hubgerüst (11) an einer zweiten Lagerstelle mittels eines Hydraulikzylinders mit dem Fahrzeugrahmen (4) verbunden ist, wobei zwischen dem Hubgerüst (11) und dem Hydraulikzylinder und/oder zwischen dem Fahrzeugrahmen (4) und dem Hydraulikzylinder mindestens ein elastisches Dämpfungselement angeordnet ist.

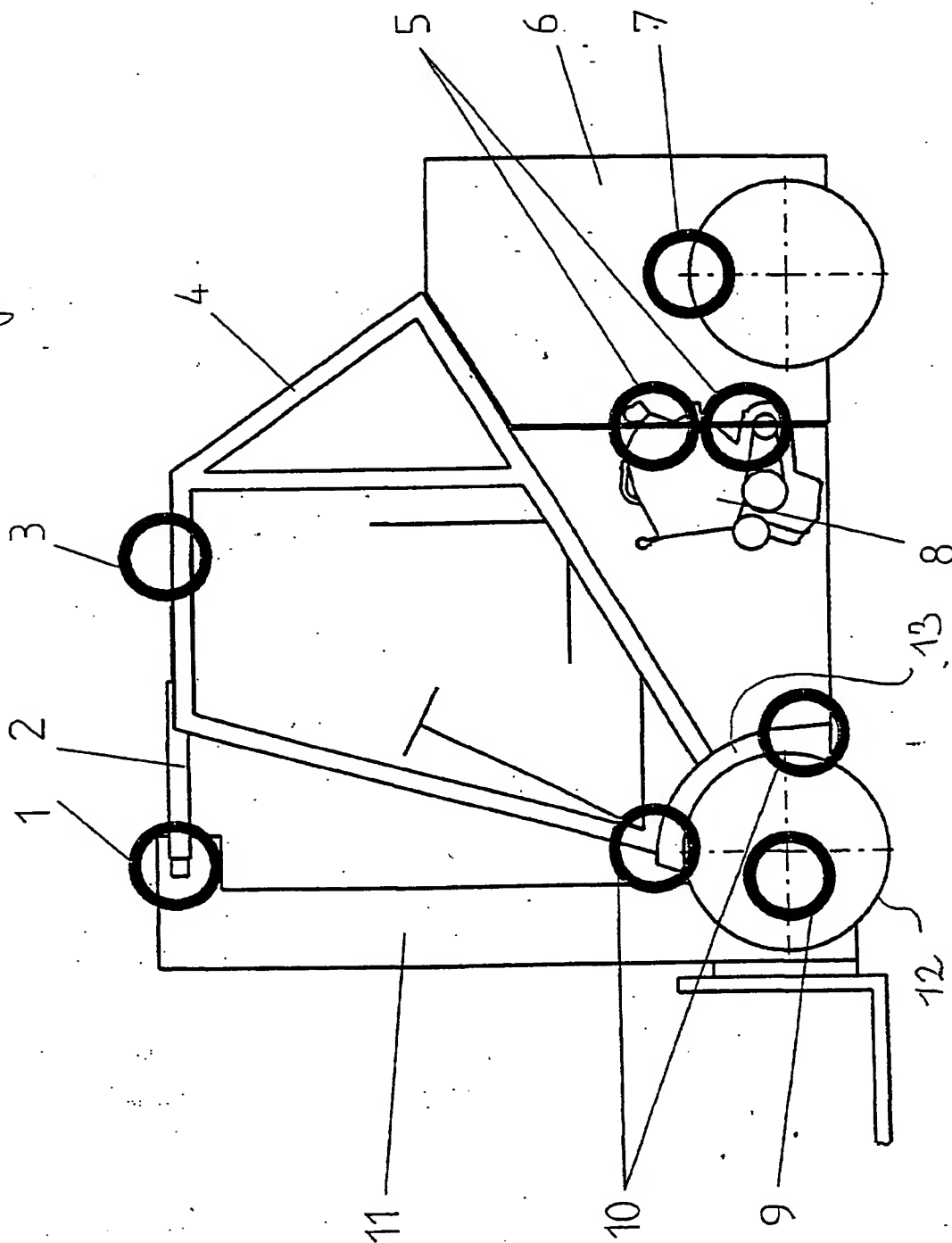
9. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein schwingungserzeugendes Bauteil mittels mindestens eines elastischen Dämpfungselements an dem Heckgewicht (6) befestigt ist.

10. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flurförderzeug mindestens einen schwingungserzeugenden Verbrennungsmotor aufweist, der an dem Heckgewicht (6) befestigt ist.

11. Flurförderzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine schwingungserzeugende Hydraulikpumpe an dem Verbrennungsmotor befestigt ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



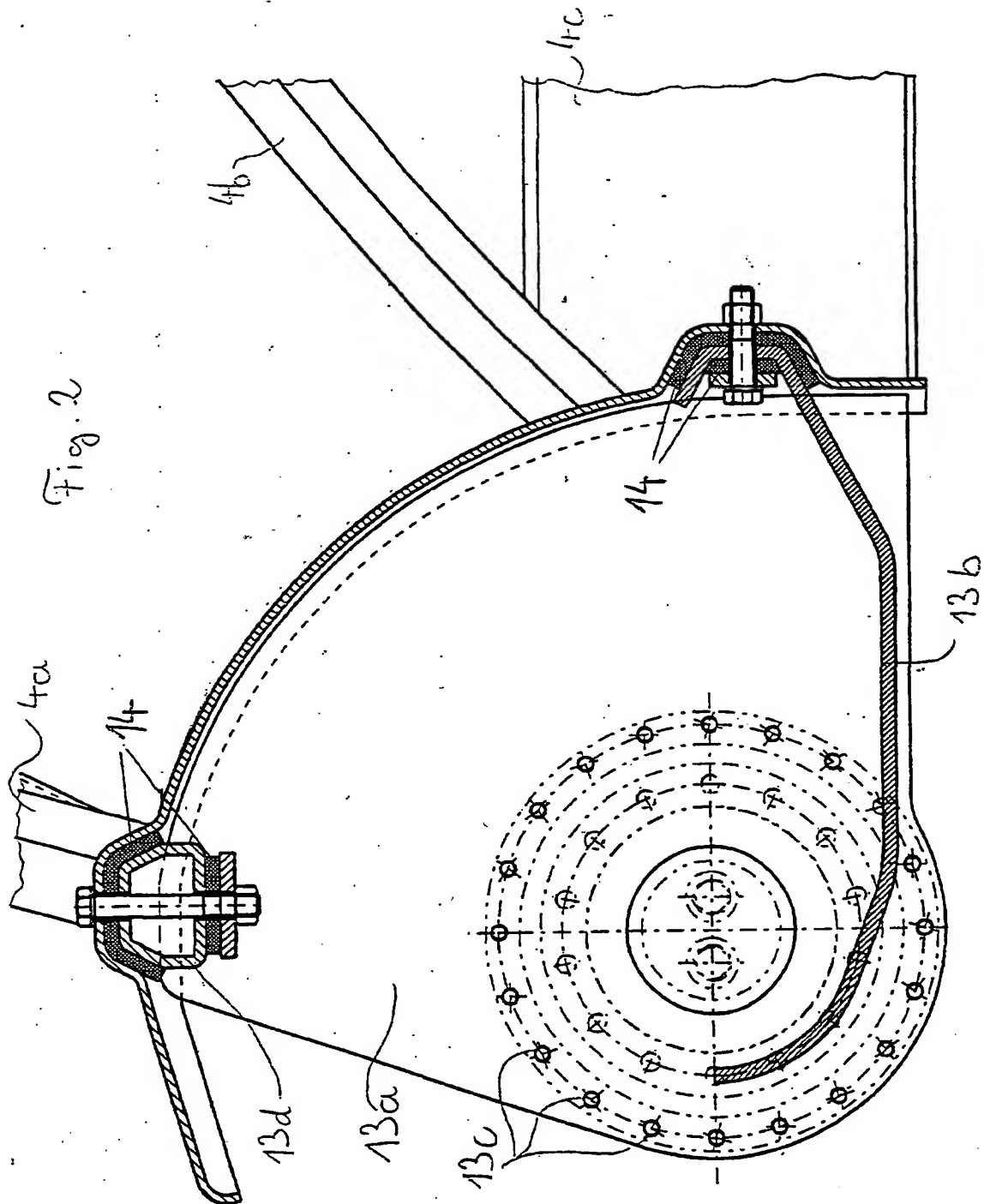
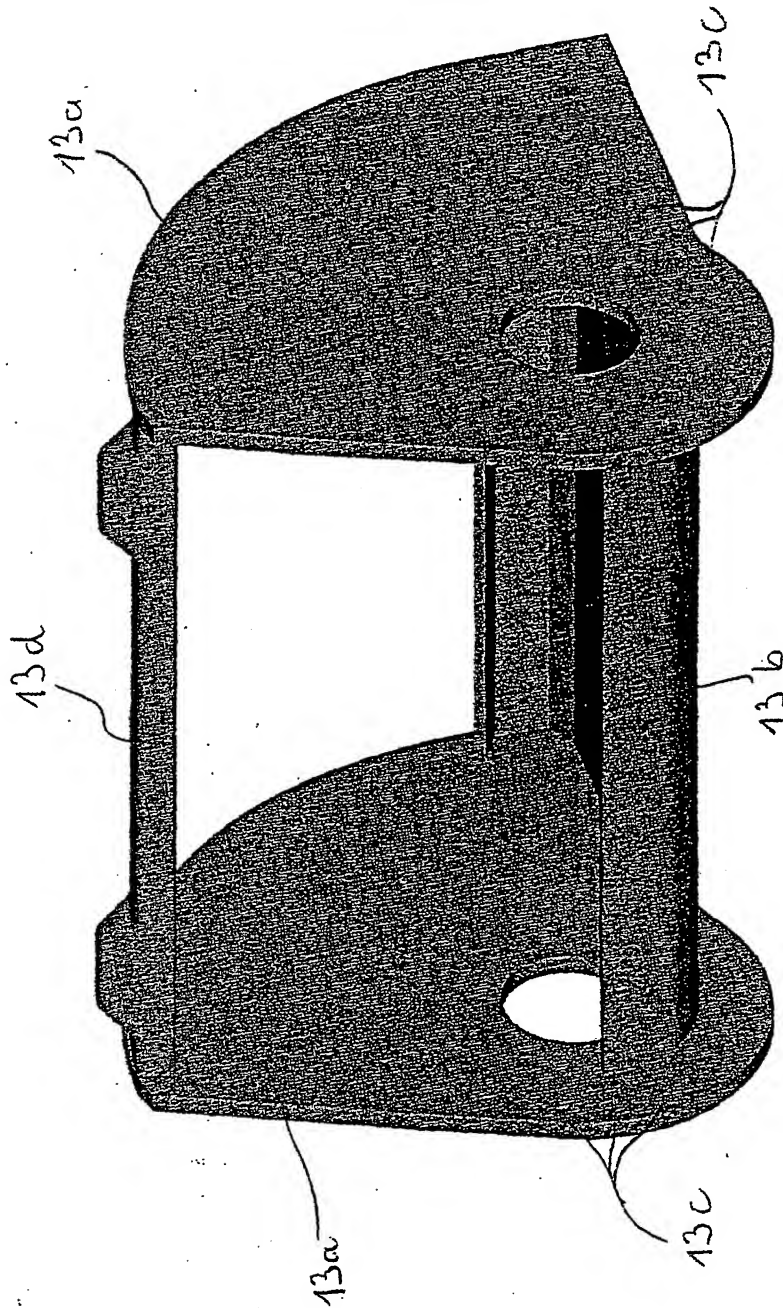


Fig. 3



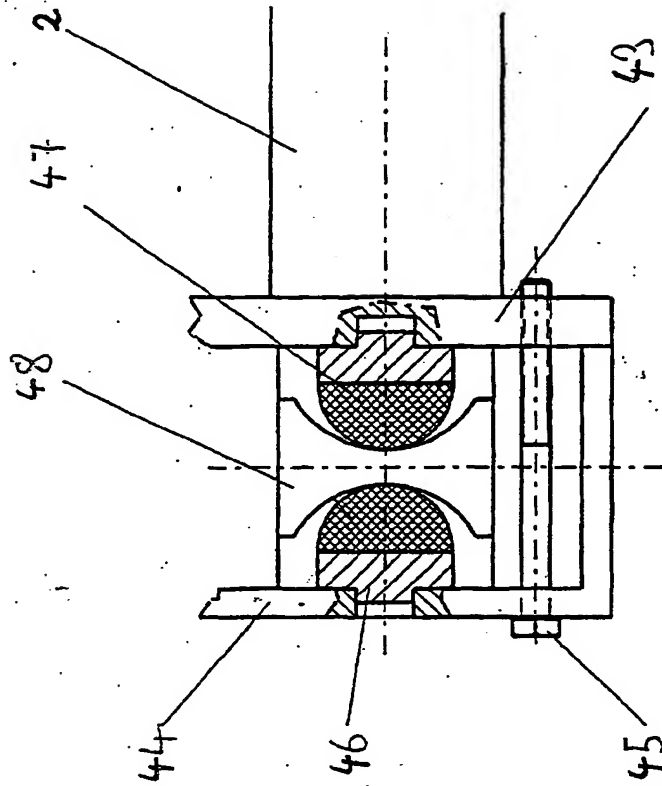


Fig. 5

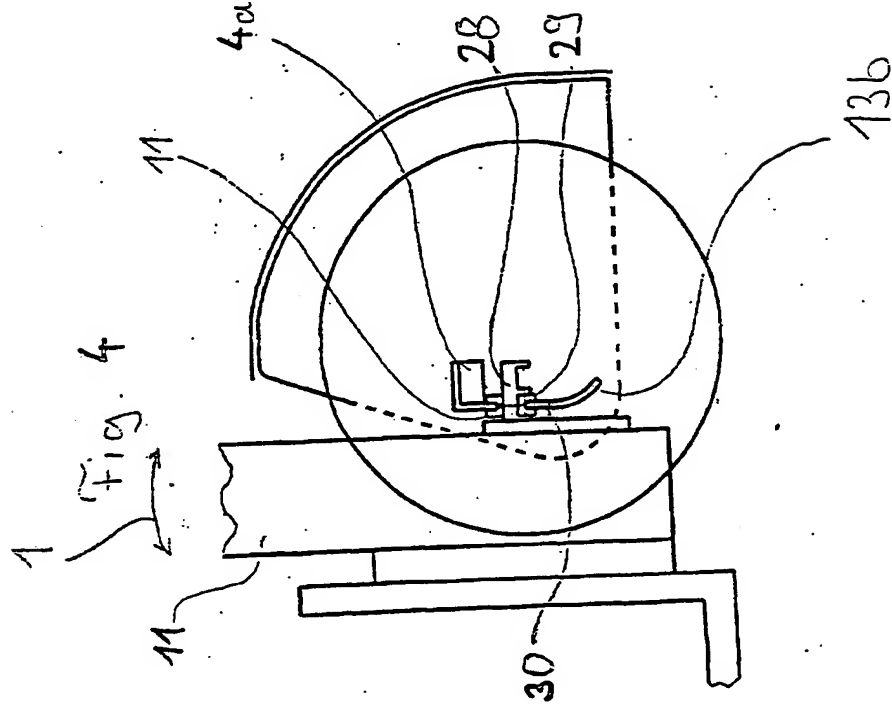


Fig. 4